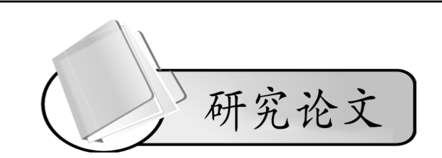


数字文献资源长期保存可持续支撑机制研究

郑建程[1] 张晓林[1] 赵 艳[1,2] 吴振新[1] 尹高磊[1,2] 肖 曼[1] 陈秀娟[1,2]
[1](中国科学院文献情报中心 北京 100190)
[2](中国科学院大学 北京 100049)

摘要:【目的】分析数字文献资源长期保存的可持续性挑战，推进长期保存服务的可持续建设。【方法】系统分析国内外相关文献，梳理长期保存可持续性框架，分析可信赖认证和经济支持等问题体系，分析整理可信赖性认证实施机制和长期保存经济投入实施机制。【结果】提出数字文献资源长期保存的可持续支撑机制建设具体建议。【局限】对数字文献资源长期保存经济支持模式和相关研究只做了简要概述，有待更深入展开论述。【结论】数字文献资源长期保存的可持续性包括格式可持续性、系统可持续性和服务可持续性，服务可持续性涉及管理、经济和政治可持续性要求，并提出加强长期保存可持续性建设的具体建议。

关键词: 数字文献 长期保存 可持续性 支撑机制
分类号: G250

数字文献资源长期保存是一种风险防范机制[1]，以确保被保存资源在任何技术、经济、市场和管理条件下的长期可获得、可使用。但它涉及复杂的权利、技术、系统和管理因素，且需要大量和长期的经济投入，本身也存在可持续性挑战。

1 数字文献资源长期保存面临的“可持续性”挑战

1.1 数字内容格式的可持续性

内容格式是数字对象内容及其结构和关系进行表达、存储和交换的基本结构，也是数字对象可识别、可呈现、可理解、可使用的必要因素和正确理解数字对象所包含内容的必要前提。但是，针对不同的、甚至同一种数字对象，往往存在不同的内容格式，而且新的格式不断涌现，旧的格式不断被弃用。例如，在 PRONOM 系统[2]登记注册的数字文件格式已达 1 400 多种，仅文件扩展名为“.pdf”的就有 36 个，在 2016 年 7 月 27 日–9 月 27 日两个月间就新增 24 种格式。美国国会图书馆馆藏数字格式可持续性计划[3]列出 8 类数字对象，约 350 种格式，仅文本格式就达 51 种，静态图像格式达 90 种。因此，选择什么内容格式作为长期保存格式，如何准确辨识和有效解读各种内容格式(包括已过期的格式)成为数字资源长期保存面临的重要课题。

解决这个挑战，一方面需要在进行保存、甚至在采购时遴选能长期可靠利用的内容格式[4]，另一方面要对数字格式标准规范登记以支持对数字格式的检验。为此，美国国会图书馆提出数字格式可持续性的 7 个评价指标[3]：公开性(Disclosure)、采用性(Adoption)、透明性(Transparency)、自解释性(Self-Documentation)、外部依赖性(External Dependencies)、专利影响(Impact of Patents)、技术性保护机制(Technical Protection Mechanisms)。

通讯作者：郑建程，ORCID：0000-0003-4688-1555，E-mail：zhengjc@mail.las.ac.cn。

张智雄等也在国内外相关研究基础上总结归纳出8条数字格式选择原则[5]: 适用于多种环境; 支持从专用环境向通用环境的迁移; 标准化程度较高; 业界或用户广泛支持; 可扩展性强; 可真实完整地被用户读出并理解; 能记录文件处理过程; 具有自身校验能力。

为支持数字格式的登记、发现和解读, 哈佛大学曾建立 Global Digital Format Registry[6]、加州大学数字图书馆曾建立 Unified Digital Format Registry[7], 但迄今为止只有前述的英国档案局 PRONOM 系统仍在运行。

随着数字文献走向富媒体化和关联化, 识别复杂数字对象格式与版本也成为长期保存系统需要解决的问题。建立包括格式评价、选择、登记、描述、识别、检验、转换等规范的格式管理策略, 并随格式的发展变化持续更新、修订和完善, 是数字文献资源长期保存可持续性的重要基础之一。

1.2 保存系统的可持续性

除数字信息自身脆弱性(如易删改、丢失、比特衰减、依赖软件等)外, 也容易受到外在威胁(天灾、攻击、技术故障、管理疏忽等)。因此, 数字资源长期保存系统对信息安全管理有更高的要求, 需遵循信息系统安全管理国际国内相关标准, 例如 ISO Information Security Management Systems 标准[8], 我国关于信息安全等级保护的各项标准(见表 1), 同时还需要达到长期保存可信赖性系统认证标准, 例如 ISO Open Archival Information System 标准[9]和 ISO 可信赖数字存储库审计与认证标准(Audit and Certification of Trustworthy Digital Repositories)[10]等。

表 1　信息安全等级保护国家标准

信息安全等级保护标准名称	发布年
GB 17859-1999 计算机信息系统安全保护等级划分准则	1999
GB/T 25058-2010 信息安全技术信息系统安全等级保护实施指南	2010
GB/T 22240-2008 信息安全技术信息系统安全等级保护定级指南	2008
GB/T 22240-2008 信息安全技术信息系统安全等级保护定级指南	2008
GB/T 22239-2008 信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求	2008

保存系统可持续性包括硬件能力按需提升、软件可持续使用、系统技术可靠、系统可管理、系统安全和系统可审计等, 防止保存系统因为软件或其支撑基础软件过时, 硬件无法更新或不能根据需求提升能力, 以及功能缺陷、黑客攻击、管理人员流失等原因而造成不可用、不能正常运行、无法管理等。

保存系统可持续性不仅要求建立可靠的长期保存技术体系、遵循可信赖性标准、以保证全面支持长期保存生命周期各项任务, 还要与利益相关方的系统及相关技术流程兼容, 与未来技术变化兼容。

1.3 保存服务的可持续性

长期保存服务是一个系统工程, 必须通过可靠的规划、权益管理、技术体系、组织机制、经济投入、公共服务政策、保存服务公共审计认证、以及必要的继承保存机制等, 支持整个长期保存服务的可靠和可持续运行。长期保存服务的可持续性涉及技术问题, 也涉及管理、商务以及“政治”问题。

(1) 长期保存的管理可持续性

管理可持续性涉及整个长期保存过程的一系列管理制度, 包括保存权益管理、流程管理、人员管理、经济管理和风险管理等, 以及相应的执行规范(见图 1), 以便在任何情况下都能保证长期保存系统的可靠运行。

长期保存体现的是机构、组织、甚至国家的意志, 需要建立长期有效的制度化、法规化、强制性的管理机制, 保证长期保存服务不应因为机构或人员的变动而受到影响。长期保存的管理体系要求: 管理权责体系(包括规划层、管理层、操作层)分工明确、责权清晰、流程规范; 责任团队应具备高水平的业务能力和工作资源; 整体流程和各个环节都具有健全的管理制度和执行规范; 运行过程及其管理操作能被准确追溯、动态评估、快速反应、及时处理、持续完善。

(2) 长期保存的经济可持续性

长期保存服务涉及复杂的技术设施和长期的运行活动, 需要长期充分的经济支持。具体的经济支持机制取决于不同的保存服务模式以及相应开支的负担方式, 经济支持安排还需要考虑长期保存服务的市场供给。

《数字地球的可持续经济: 确保对数字信息的长期获取》报告[11]强调, 无论集中式还是分布式长期保存模式都必须确保足够的经济支持。该报告撰写组共同主席之一 Lavoie 指出, 长期保存经济可持续性面临一系列挑战[12]。

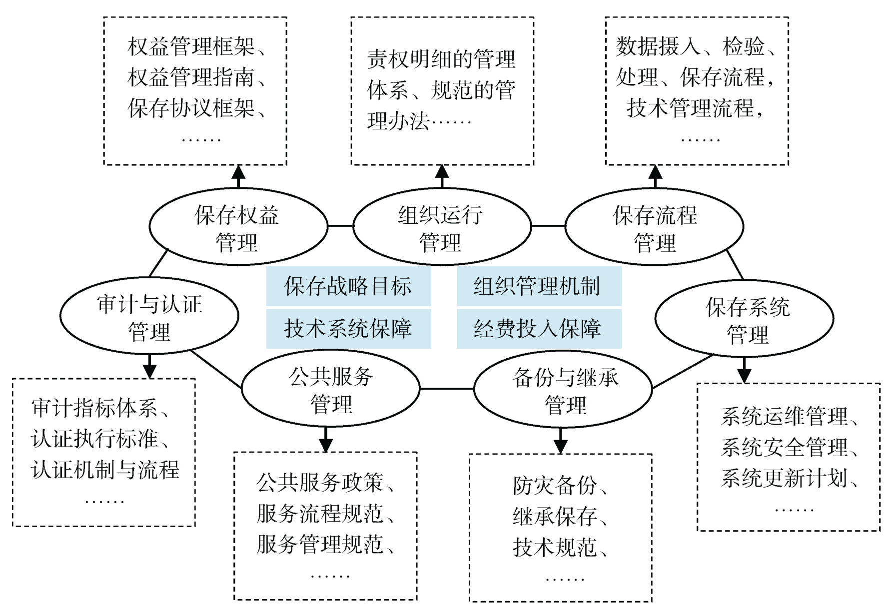


图 1　数字文献资源长期保存系统管理体系

①长期保存活动往往采用短期“项目制”资助，重前期系统建设，轻长期持续运维；

②长期保存缺乏明确的责任，常被认为是“别人的问题”，因此缺乏应有的经费投入，存在“搭便车”现象；

③缺乏对保存者的激励；

④对利益相关群体的保存活动缺乏协调，例如产生数字资源的个人和机构、出版机构、服务机构、第三方保存机构等；

⑤如何评估长期保存的费用和利益，如何对不同保存模式和运行机制进行合理成本分析、测算等。

欧盟第七框架计划“合作澄清保存开支”(Collaboration to Clarify the Costs of Curation)项目研究报告[13]指出，数字资源长期保存的经济可持续性战略要考虑：长期保存的经济生命周期，长期保存的关键实体(数字资产、保存过程、各利益相关者及其相互关系、长期保存运行环境)，长期保存的可持续性条件等。

长期保存可持续战略要协调各经济因素，保证在整个长期保存生命周期有足够的资源。决策者要对影响可持续性的因素(例如被保存资源对象、保存模式、资源投入或分担的激励机制、资源配置与效果检验机制等)进行选择，并充分预见到重大的经济不确定因素，明确提出适当的补救措施。

(3) 长期保存的“政治”可持续性

“政治”是指利益相关方通过一定制度安排来满足或保护自己或某些利益方利益的活动。任何长期保存服务都是在复杂的利益环境中运行的，“政治”可持续性追求制度安排保证长期保存服务得到相应的政治、法律和管理支持。这些制度安排应具备以下特点：

①有利于最大限度地取得各利益相关方的合法利益的平衡。长期保存各利益相关方的合法权利包括：资源保存方的数据存档权、数据处理权、用户服务权和合作保存权等；资源提供方对数据内容署名、完整、准确、安全的权利要求[14]；参加合作保存的非保存执行方享有实施监督、享受服务、参与审计的权利；终端用户享有获得有保障的使用和用户信息安全等权利。各方在主张自身权利时，需要承认并尊重其他相关方的权利，承担保护其他方合法权利的责任和义务。

②有利于最大限度地取得长期保存服务对象的信任和支持。长期保存的服务对象包括订购机构及其用户，服务对象对保存方及其保存运作的信任涉及数字内容是否得到准确和完整的保存，保存系统是否安全可靠，保存机构管理机制是否健全和规范，保存服务是否得到充分的资源支持。整个保存机制和承担保存的机构应尊重服务对象的权利。同时，服务对象以及社会公众则通过声索长期保存权、支持可信赖保存系统、参与对保存资源和保存机构的审计等，承担起推动实施数字文献资源长期保存的责任，支持公益性长期保存系统建设和持续运行。

③有利于对任何利益相关方的可能不良行为或疏忽有效制约。例如，对保存方利用保存内容提供使用服务，需要合理限制其超内容范围、超用户范围服务和对提供方造成利益损害的使用行为；对于提供方，要防止其通过合同陷阱、技术障碍或流程懈怠来限制保存方的保存权，以及以保存为目的的数据处理权和必要时的公共服务权，防止其对保存方利用被保存资源提供服务时的过度限制。

2 数字文献资源长期保存的可信赖机制

2.1 可信赖性的公共认证要求

数字文献长期保存要让服务对象、投资者、甚至未来用户相信，被保存资源可得到完整保存，在未来任何时候都可使用。因此，保存活动必须具备可信赖性，即被保存数字对象的可信赖性、保存系统基础设施的可信赖性、保存活动及其管理机制的可信赖性。

长期保存的可信赖性不能依靠保存机构的善意或自证，必须可检验和可评价，需要制定可信赖认证标准、认证指标体系和认证流程，尤其需要公共认可、公开实施、公共检验的认证机制[15]。由于长期保存系统和过程的复杂性，长期保存的可信赖认证往往需要具有专门资质的认证机构按照一定的认证程序和规范进行，应遵循国际高标准的可信赖性指标体系，应建立符合最佳市场实践的公开审计与认证机制，应建立利用公共审计结果完善长期保存操作的机制。

2.2 长期保存可信赖认证的有关实践

TRAC (Trustworthy Repositories Audit & Certification: Criteria and Checklist) 是最早发布的可信赖长期保存系统审计与认证标准[16]，后修订为 ISO 16363 标准于 2012 年发布。研究图书馆中心(The Center for Research Libraries, CRL)成立了审计与认证委员会[17]，在 2010 年–2015 年依照 TRAC 分别对包括 Portico[18]、CLOCKSS[19]在内的美国和加拿大 6 个数字资源长期保存系统进行审计认证[20]，对这些系统的可信赖性予以肯定，同时也指出了它们在组织管理、保存对象处理和基础设施方面的需要改进之处。TRAC 的适用性在认证实践中得到检验。

2010 年，欧洲的 CCSDS/ISO Repository Audit and Certification (RAC) Working Group、Data Seal of Approval (DSA)和 DIN Working Group 的"Trustworthy Archives–Certification"签署《建立数字保存审计与认证欧洲框架备忘》[21]，提出三个层次的长期保存认证框架：基本认证，依据 DSA[22]标准进行认证，获得 DSA 认证标志；扩展认证，依据 ISO 16363 执行自我审计认证；正式认证，依据 ISO 16363 进行完整的外部审计认证。其中 DSA 已建立完备的认证机制并制订了规范的认证程序，截至 2016 年 10 月底已有包括德国国家图书馆、荷兰国家图书馆等在内的 65 个欧洲机构的数字保存系统通过 DSA 认证。由欧盟第七框架计划支持的 APARSEN(Alliance Permanent Access to the Records of Science in Europe Network)为依据的 ISO 16363 的扩展认证和正式认证制订了相应规范[23]，指导在 APARSEN 联盟范围开展认证试验。

我国国家数字科技文献资源长期保存体系示范系统项目，参考有关国际标准(ISO 16363)和实践，制定了试验性的《可信赖保存系统自测手册》和《长期保存可信赖性认证规范》，并据此对作为合规保存机构的中国科学院文献情报中心保存系统进行了自我审计和外部认证，初步认定了该系统的可信赖性，也为完善数字资源长期保存的可信赖认证机制奠定了初步的基础。

随着需要被长期保存的数字信息资源的增加和复杂化，协作保存网络以及这类网络的可信赖认证已经提上日程。

3 数字文献资源长期保存的经济支持模式

数字文献长期保存涉及大量和长期的经济与管理投入，需要长期和充足的经济支持。经济支持的需求涉及可能不同的保存服务模式以及各个模式下可能不同的经费负担机制。科学评估数字长期保存的成本和效益，合理安排支持经费及其负担机制，是各利益相关方共同关注的重点问题。欧美实施数字长期保存的有关机构和组织，对不同保存模式的保存成本进行了分析和测算。

3.1 成本和测算模型相关研究

近 10 年间，德国国家图书馆的 DP4lib (Digital Preservation for Libraries)[24]、英国伦敦大学学院和大英图书馆的 LIFE Tool (Life Cycle Information for E-Literature)[25]、丹麦皇家图书馆和丹麦国家档案馆的 CMDP (Cost Model for Digital Preservation)[26]、荷兰数据存档和网络化服务项目的 DANS Cost Model 项目[27]、APARSEN 联盟等，从数字对象处理、过程、云存储、第三方服务等不同角度，对数字资源保存的成本分析和成本模型开展了相关研究。

APARSEN 的报告《Report on Cost Parameters for Digital Repositories》[28]对有关研究项目发布的数字长期保存成本模型进行分析，对比了这些模型的成本参数与 ISO 16363 各项认证指标的关系；该联盟的报告《Report on Testing of Cost Models and Further Analysis

of Cost Parameters》[29]展示了数字保存服务成本模型测试结果，对其成本与效益的关系进行了评估。

欧洲 7 个国家 13 个组织机构参加的 4C (Collaboration to Clarify the Cost of Curation)项目[30]，汇总了可供数字长期保存机构参考，选择采用的 10 个研究成果所形成的成本模型[31]，如表 2 所示。

表 2 数字保存成本分析模型

序号	模型缩写	模型全称
1	CDL-TCP	Total Cost of Preservation
2	CMDA	Cost Model for Digital Archiving
3	CMDP	Cost Model for Digital Preservation
4	DP4lib	DP4lib Cost Model
5	EMLTS	Economic Model for Long-Term Storage
6	KRDS	Keeping Research Data Safe
7	LIFE3	LIFE3 Costing Model
8	NASA-CET	NASA Cost Estimating Tool
9	PP-CMDS	PrestoPRIME Cost Model for Digital Storage
10	T-CMDP	Test bed Cost Model for Digital Preservation

每个模型都有对用途、适用的信息资产(如格式文本、非格式文本、超文本、图表、数据库等)、针对的保存活动(如摄入、保存、管理等)、保存活动的条件(如存储设备、迁移设备、人力资源等)、保存年限、成本变量(如来源格式、目标格式、年度保存量、人员薪资水平、人力投入量等)以及相应分析、评估的工具及其获得评估工具方式的介绍、说明和链接等。4C 项目的《From Costs to Business Models》报告[32]则对如何从成本分析来设计开发长期保存的商务模式进行探讨，并提供基于 OAIS 参考模型的商务模式模板[33]和有关工具包[34]。

3.2 有关保存系统的经济支持模式

(1) Portico[19]，由 ITHAKA 组织管理的提供数字文献资源非盈利长期保存服务的第三方保存系统，至 2016 年 10 月保存电子期刊 26 163 种、电子书 752 694 种、合作出版商 409 家、21 个国家的图书馆 971 家(其中 42%为美国图书馆)。Portico 的运行经费主要来自作为获益方委托其保存数字文献资源的出版商和图书馆。图书馆需要按其年度采购经费额度向 Portico 支付从 1 545 到 24 720 美元不等的年度保存服务费；出版商则需要按其数字文献(如期刊)销售额向 Portico 支付从 250 到 81 960 美元不等的年度保存服务费。Portico 同时也接受来自慈善机构、基金、政府机构的资助。

(2) CLOCKSS[20]，由美国 Stanford 大学图书馆组织实施，曾得到美国国家自然基金和梅隆基金的支持，是数字文献分布式联合保存体系，目前在北美、欧洲和亚洲的 12 个图书馆建立了保存节点，至 2016 年 10 月拥有合作的图书馆 283 家，合作出版商 212 家。CLOCKSS 运行经费来自作为受益方参加的图书馆和出版商，图书馆按其年度采购费额度支付从 455 到 15 150 美元不等的年度保存服务费，出版商按期刊销售额支付从 227 到 26 765 美元不等的年度保存服务费。

(3) 国家级长期保存系统。英国大英图书馆、德国国家图书馆、荷兰国家图书馆等承担着各自国家的数字文献资源长期保存职责，它们的长期保存多采用国内出版商法定存缴模式，对本国出版的数字文献实施长期保存。它们的长期保存系统建设和运行经费完全来自政府财政支持。这些机构都制定有数字文献长期保存政策和发展规划，但也各有不同特点。大英图书馆把长期保存的可持续性作为其重点战略之一[35]，德国国家图书馆除重点参加长期保存可信赖认证标准的制定外，也在探索为有保存需求的机构提供保存服务和相关成本的分析和测算[36]。荷兰国家图书馆计划开发可持续商业模型，并希望公众和个人都能承担起数字学术和文化遗产的保存责任[37]。

4 建 议

联合国在《改变我们的世界：2030 年可持续发展议程》[38]中把“加强世界文化和自然遗产保护”列为目标之一，《国际图联战略计划 2016-2021》呼吁把联合国提出的这一目标纳入国家法律和发展计划[39]。数字科技文献资源是我国创新驱动发展战略的基础保障，这些资源的长期保存必须可靠、可持续。

本文提出以下建议：

(1) 推进战略规划和政策建设。数字科技文献资源长期保存事关国家和公众的广泛长远利益，是公共基础设施和公共服务，需要国家主导、统筹协调、长期支持。应将这些资源的长期保存纳入国家科技发展战略规划，作为科技基础设施组成部分进行建设。国家应确立对数字文献资源在中国本土长期保存的国家意志，进一步明确公立图书馆对数字文献资源长期保存的法定权利，明确要求利用公共资金购买国际数字

文献资源的机构必须要求资源提供方保证所提供资源在中国本土得到长期保存，明确要求国内数字文献资源提供方通过法定存缴或加入国家长期保存体系等方式，保证所提供资源得到可靠长期保存。

(2) 建立可靠的经济投入机制。通过国家专项和国家科技文献资源保障平台，一方面保证系统建设所需的集中投入；更重要的是建立对保存系统稳定运行和持续更新扩展的稳定经费支持，包括保存系统的有力运行维护；随保存资源增长的保存能力提升；系统软硬件升级；重要保存技术与政策的持续跟踪研究；定期公共审计认证；高水平研究与运维团队能力培训；提高公共认知的宣传教育等。同时，探索合作保存模式下的经费分担机制，探索适用于多种保存模式的合理投入机制等。

(3) 加强技术与管理规范建设。技术、流程和管理的规范性可靠性是长期保存可持续性的根本基础。既要建立、完善保存系统的技术、流程和管理的标准规范，并宣传贯彻和实施检验，又要持续跟踪相关技术、方法、机制的发展变化，与时俱进。还要确保科学合理的流程组织和管理机制，确保保存过程的可操作性、可描述性、可管理性和可验证性。

(4) 突出可信赖审计与认证机制建设。通过公开、规范、持续的长期保存系统可信赖程度审计与认证，是推动规范化建设、运行和管理的有效措施，是打消出版社疑虑、争取公众支持、证明经费效益的切实手段，也是推进长期保存的国际合作和跨领域合作的基础。必须按照国际通行的长期保存可信赖标准，按照可靠公共服务最佳实践开展可信赖性审计与认证。还有按照对提供可信赖性审计与认证机构的要求(如ISO 16919[40])，开展可信赖性认证能力建设。

(5) 建设长期保存知识与能力社区。十几年来全球有关数字资源长期保存的研究和实践，逐渐形成包括各种专门技术、标准、规范等在内的相应知识体系，需要大量掌握这些知识和技能的专门人员，也需要提高决策与管理层、科技界、教育界、乃至社会公众对此的认知和参与能力。同时，需要针对长期保存面临的新问题(如新型富媒体化或社交媒体化的数字知识内容长期保存的权益、技术、成本、实施与管理机制等)开展研究，需要加强跨领域的和国际的交流合作，充分共享研究成果。这些都呼吁加强对长期保存的知识与能力社区的建设。

参考文献：

[1] 张晓林. 数字信息的长期保护问题[J]. 图书馆，2001(5): 7-12. (Zhang Xiaolin. Preservation of Digital Information[J]. Library, 2001(5): 7-12.)

[2] The National Archives. The Technical Registry PRONOM [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.nationalarchives.gov.uk/PRONOM/Default.aspx.

[3] Library of Congress. Sustainability of Digital Formats Planning for Library of Congress Collections [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.digitalpreservation.gov/formats/fdd/descriptions.shtml.

[4] 张晓林，宛玲. CSDL 外购数字文献资源的长期保存策略[J]. 大学图书馆学报，2004,22(6): 26-32. (Zhang Xiaolin, Wan Ling. Preservation Strategy Proposals for Licensed Resources of Chinese Science Digital Library [J]. Journal of Academic Libraries, 2004, 22(6): 26-32.)

[5] 张智雄，等. 数字资源长期保存技术的研究与实践[M]. 北京：国家图书馆出版社，2015: 333-335. (Zhang Zhixiong, et al. Study on Digital Preservation Technologies and Practices [M]. Beijing: National Library of China Publishing House, 2015: 333-335.)

[6] Harvard Library. Global Digital Format Registry [EB/OL]. [2016-11-22]. http://library.harvard.edu/preservation/digital-preservation_gdfr.html.

[7] Unified Digital Format Registry [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.udfr.org/.

[8] ISO/IEC 27001: 2003, Information Technology -- Security Techniques -- Information Security Management Systems – Requirements [S].

[9] ISO 14721: 2012. Space Data and Information Transfer Systems -- Open Archival Information System (OAIS) -- Reference Model [S].

[10] ISO 16363:2013. Audit and Certification of Trustworthy Digital Repositories– Sets out Comprehensive Metrics for What an Archive Must Do, Based on OAIS [S].

[11] Sustainable Economics for a Digital Plant: Ensuring Long-Term Access to Digital Information [R/OL]. Final Report of the Blue Ribbon Task Force on Sustainable Digital Preservation and Access, 2010. http://brtf.sdsc.edu/biblio/BRTF_Final_Report.pdf.

[12] Lavoie B. Economically Sustainable Digital Preservation [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.oclc.org/content/dam/research/events/2009/06-02f.pdf.

[13] Collaboration to Clarify the Costs of Curation. MS9—Draft Economic Sustainability Reference Model [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.4cproject.eu/ms9-draft-esrm.

[14] 张晓林, 郑建程, 李欣. 数字文献资源长期保存协议框架[J]. 现代图书情报技术, 2008(11): 1-6. (Zhang Xiaolin, Zheng Jiancheng, Li Xin. A Framework of Digital Preservation Agreement [J]. New Technology of Library and Information Service, 2008(11): 1-6.)

[15] 吴振新. 数字资源长期保存可信赖认证研究发展综述[J]. 中国图书馆学报, 2015, 41(3): 114-126. (Wu Zhenxin. Review of Trusted Certification Research on Digital Preservation [J]. Journal of Library Science in China, 2015, 41(3): 114-126.)

[16] The Center for Research Libraries. Trustworthy Repositories Audit & Certification: Criteria and Checklist [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.crl.edu/sites/default/files/d6/attachments/pages/trac_0.pdf.

[17] The Center for Research Libraries. Certification Advisory Panel [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.crl.edu/archiving-preservation/digital-archives/portico-hathitrust/advisory-panel.

[18] Portico Digital Preservation Services [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.portico.org/digital-preservation/.

[19] CLOCKSS Archive [EB/OL]. [2016-11-22]. https://clockss.org/clockss/Home.

[20] The Center for Research Libraries. Certification and Assessment of Digital Repositories [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.crl.edu/archiving-preservation/digital-archives/certification-assessment.

[21] European Framework for Audit and Certification of Digital Repositories. Memorandum of Understanding to Create a European Framework for Audit and Certification of Digital Repositories [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.trusteddigitalrepository.eu/Trusted%20Digital%20Repository.html.

[22] DSA General Assembly. Data Seal of Approval [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.datasealofapproval.org/en/.

[23] APARSEN. D33.1B Report on Peer Review of Digital Repositories [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.alliance-permanentaccess.org/wp-content/uploads/sites/7/downloads/2014/06/APARSEN-REP-D33_1B-01-1_1_incURN.pdf.

[24] DP4lib. DP4lib Cost Model [EB/OL]. [2016-11-22]. http://dp4lib.langzeitarchivierung.de/index_downloads.php.de.

[25] Life Cycle Information for E-Literature. LIFE Tool [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.life.ac.uk/tool/.

[26] The Royal Danish Library and the Danish National Archives. Cost Model for Digital Preservation [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.costmodelfordigitalpreservation.dk/.

[27] Research Data Netherlands. DANS Cost Model[EB/OL]. [2016-11-22]. http://datasupport.researchdata.nl/en/start-de-cursus/iv-gebruiksfase/data-archiveren/kostenmodellen/.

[28] APARSEN. D32.1 Report on Cost Parameters for Digital Repositories [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.alliance-permanentaccess.org/wp-content/uploads/sites/7/downloads/2014/06/APARSEN-REP-D32_1-01-1_0_incURN.pdf.

[29] APARSEN.D32.2 Report on Testing of Cost Models and Further Analysis of Cost Parameters [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.alliancepermanentaccess.org/wp-content/uploads/sites/7/downloads/2014/06/APARSEN-REP-D32_2-01-1_0_incURN.pdf.

[30] European Commission. Collaboration to Clarify the Costs of Curation [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.4cproject.eu/.

[31] Collaboration to Clarify the Costs of Curation. Curation Costs Exchange [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.curationexchange.org/understand-your-costs/19-summary-of-cost-models/.

[32] Collaboration to Clarify the Costs of Curation.D4.5 - From Costs to Business Models [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.4cproject.eu/d4-5-from-costs-to-business-models.

[33] Curation Costs Exchange. Generic BMC for Digital Curation Based on the OAIS [EB/OL]. [2016-11-22]. http://4ctoolset.sysresearch.org/bmc/OAIStemplate.html.

[34] Curation Costs Exchange. Business Model Canvas [EB/OL]. [2016-11-22]. http://4ctoolset.sysresearch.org/.

[35] British Library. Digital Preservation Strategy [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.bl.uk/aboutus/stratpolprog/collectioncare/digitalpreservation/strategy/dpstrategy.html.

[36] The German National Library. Strategy and Innovation [EB/OL]. [2016-11-22]. http://www.dnb.de/EN/Wir/Strategie Innovation/strategieInnovation_node.html.

[37] National Library of the Netherlands. Preservation [EB/OL]. [2016-11-22]. https://www.kb.nl/en/organisation/research-expertise/preservation.

[38] 联合国. 改变我们的世界: 2030 年可持续发展议程 [EB/OL]. (2016-01-13). [2016-11-22]. http://www.fmprc.gov.cn/web/ziliao_674904/zt_674979/dnzt_674981/xzxzt/xpjdmgjxgsfw_684149/zl/t1331382.shtml. (The United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development [EB/OL]. (2016-01-13). [2016-11-22]. http://www.fmprc.gov.cn/web/ziliao_674904/zt_674979/dnzt_674981/xzxzt/xpjdmgjxgsfw_684149/zl/t1331382.shtml.)

[39] 国际图联管理委员会. 国际图联战略计划 2016-2021 [EB/OL]. (2015-12-01). [2016-11-22]. http://www.ifla.org/files/assets/hq/gb/strategic-plan/2016-2021-zh.pdf. (International Federation of Library Associations and Institutions. IFLA Strategic Plan 2016-2021 [EB/OL]. (2015-12-01). [2016-11-22]. http://www.ifla.org/files/assets/hq/gb/strategic-plan/2016-2021-zh.pdf.)

[40] ISO 16919: 2014. Requirements for Bodies Providing Audit and Certification of Candidate Trustworthy Digital Repositories [S].

作者贡献声明:

张晓林: 提出研究思路, 设计研究框架和论文结构, 修改论文;
郑建程: 论文结构设计, 查阅分析可持续性结构内容, 撰写论文;
赵艳: 讨论论文结构, 保存管理可持续性资料查阅分析;
吴振新: 讨论论文内容, 技术与安全标准资料查阅分析;
尹高磊: 可信赖性认证资料查阅分析;
肖曼: 经济可持续性资料翻译、分析;
陈秀娟: 经济支持模式资料翻译、分析。

利益冲突声明:

所有作者声明不存在利益冲突关系。

收稿日期: 2016-11-02
收修改稿日期: 2016-11-23

Study of Sustainable Support Mechanisms for Long Term Preservation of Digital Publications

Zheng Jiancheng[1] Zhang Xiaolin[1] Zhao Yan[1,2] Wu Zhenxin[1] Yin Gaolei[1,2] Xiao Man[1] Chen Xiujuan[1,2]
[1](National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)
[2](University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: [**Objective**] This paper aims to analyze the challenges for long term preservation of digital publications, and to promote the development of sustainable support mechanisms. [**Methods**] Based on a systematic literature analysis, the paper focuses on developing a framework of sustainability issues and tools. Building on previous analysis, it presents the trustworthy auditing and certification needs, standards, and processes, and summarizes cost models and investment models for digital preservation. [**Results**] This paper puts forth some specific suggestions concerning sustainable support mechanisms for long term preservation of digital publications. [**Limitations**] Only provide a brief overview of economic support models and related research. [**Conclusions**] The long term sustainability includes format sustainability, system sustainability, and service sustainability for digital preservation, and it covers the concepts of managerial, financial, and political sustainability in the domain of service sustainability. The paper provides a few recommendations for developing sustainable support mechanisms for digital preservation.

Keywords: Digital publications Long-term preservation Sustainability Support mechanism